



**Metode uji umum untuk bahan isolasi
dan bahan selubung kabel listrik
Bagian 3 : Metode khusus untuk kompon PVC
Seksi Dua : Uji penyusutan massa —
Uji stabilitas termal**



Daftar isi

Daftar isi.....	i
Pendahuluan.....	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan.....	1
3 Definisi	1
4 Nilai uji	1
5 Pemberlakuan.....	1
6 Uji jenis dan uji lainnya	1
7 Pengkondisian awal.....	2
8 Temperatur uji.....	2
9 Nilai median	2
10 Uji penyusutan massa isolasi dan selubung.....	2
11 Uji stabilitas panas untuk isolasi dan selubung	5
Lampiran A Hubungan ayat dan sub ayat pada publikasi IEC 538, 540 dan 811	9



Pendahuluan

Standar Nasional Indonesia mengenai Metode uji umum untuk bahan isolasi dan bahan selubung kabel listrik, Bagian 3: Metode khusus untuk kompon PVC, Seksi Dua: Uji penyusutan massa – Uji stabilitas termal, diadopsi dari standar *International Electrotechnical Commission* (IEC) Publikasi 811-3-2 edisi pertama 1985 dengan judul "*Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables*", dirumuskan dengan status identik oleh Panitia Teknik Kabel dan Konduktor Telanjang (PTKK) masa kerja 1998/1999.

Keanggotaan Panitia Teknik tersebut ditetapkan dengan Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor: 50-12/40/600.3/1998 tanggal 21 Agustus 1998, sebagai

Ketua Harian : Ir. Masgunarto Budiman, M.Sc.

Wakil Ketua : Dipl. Ing. Bob Wirajendi

Sekretaris I : Ir. M. Ridwan S.

Sekretaris II : Ir. Zendra Permana Zen

Ketika dalam taraf Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI) ini telah melalui proses/prosedur perumusan standar dan terakhir dibahas dalam Forum Konsensus XIV pada tanggal 17 sampai dengan 23 Februari 1999 untuk mencapai mufakat.

Selanjutnya diajukan kepada Badan Standardisasi Nasional pada tahun 1999 dan mendapat nomor SNI 04-6190.3.2-2000

Dalam rangka mempertahankan mutu dan ketersediaan standar yang tetap mengikuti perkembangan, maka diharapkan masyarakat standardisasi ketenagalistrikan memberikan saran dan usul perbaikan demi kesempurnaan rancangan ini dan tak kalah pentingnya untuk revisi standar ini di kemudian hari.

Semoga SNI ini bermanfaat bagi kita terutama dalam menunjang pembangunan nasional untuk mensejahterakan masyarakat.

DIREKTUR JENDERAL LISTRIK DAN PENGEMBANGAN ENERGI

**Metode uji umum untuk bahan isolasi
dan bahan selubung kabel listrik
Bagian 3 : Metode khusus untuk kompon PVC
Seksi Dua : Uji penyusutan massa — Uji stabilitas termal**

1 Ruang lingkup

Standar ini menspesifikasikan metode uji yang dipergunakan untuk menguji bahan isolasi polimer dan selubung kabel listrik untuk distribusi tenaga listrik dan telekomunikasi termasuk kabel yang digunakan dalam kapal.

Standar ini memberikan metode uji penyusutan massa dan uji stabilitas termal, yang berlaku untuk kompon PVC.

2 Acuan

Standar ini sepenuhnya mengacu pada IEC 811-3-2 (1985) dengan judul *"Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables"*

3 Definisi

3.1

kabel kapal

Adalah kabel-kabel yang dipergunakan khusus untuk instalasi kapal.

4 Nilai uji

Kondisi uji penuh (seperti suhu, durasi dan sebagainya) dan persyaratan uji penuh tidak dispesifikasikan dalam standar ini; hal ini dimaksudkan harus ditentukan oleh standar yang terkait dengan jenis kabel yang relevan.

Setiap persyaratan uji yang diberikan dalam standar ini dapat dimodifikasi dengan standar kabel yang relevan disesuaikan dengan kebutuhan jenis kabel tertentu.

5 Pemberlakuan

Nilai pengkondisian dan parameter uji ditentukan untuk jenis yang paling umum dari kompon isolasi dan selubung, dan dari kabel, kawat dan kabel senur.

6 Uji jenis dan uji lainnya

Metode uji yang dijelaskan dalam standar ini dimaksudkan terutama untuk uji jenis. Dalam uji tertentu, dimana terdapat perbedaan mendasar antara kondisi uji jenis dan uji yang lebih sering dilakukan, misalnya seperti uji rutin, maka perbedaan ini ditunjukkan.

7 Pengkondisian awal

Semua pengujian harus dilakukan tidak boleh kurang dari 16 jam setelah pengestrusian kompon isolasi atau selubung.

8 Temperatur uji

Kecuali ditentukan lain pengujian harus dilaksanakan pada temperatur sekitar.

9 Nilai median

Jika beberapa hasil uji telah diperoleh dan diurut sesuai kenaikan dan penurunannya nilai median adalah nilai tengah jika jumlah nilai yang didapat adalah ganjil, dan rata-rata dua nilai tengah jika jumlahnya genap.

10 Uji penyusutan massa isolasi dan selubung

10.1 Uji penyusutan massa untuk isolasi

10.1.1 Perlengkapan uji

- a) Sebuah oven dengan aliran udara alami atau aliran udara bertekanan. Udara harus masuk ke dalam oven dengan cara sedemikian sehingga udara tersebut mengalir permukaan benda uji dan keluar melalui oven bagian atas. Oven harus mempunyai tidak kurang dari 8 dan tidak lebih dari 20 perubahan udara per jam secara penuh pada suhu penuaan yang ditentukan. Jika ada perbedaan hasil, oven dengan sirkulasi udara alami harus digunakan.

Kipas angin tidak boleh digunakan di dalam oven.

- b) Sebuah timbangan analitik dengan kepekaan 0,1 mg.
- c) Cetakan untuk membentuk benda uji dambel (lihat metode uji dalam ayat 9 Publikasi IEC 811-1-1 : *Common Test Methods for Insulating and Sheating Materials of Electric Cables, Part 1 : Methods for General Application, Section one - Measurement of Thickness and Overall Dimehsions. Tests for Determining the Mechanical Properties*).
- d) Sebuah pengering dengan gel silika atau bahan serupa.

10.1.2 Pengambilan contoh

Jika uji penyusutan massa dikombinasikan (lihat item c) dari Sub ayat 8.1.1 (Publikasi IEC 811-1-2 : *Section two : Thermal Ageing Methods*) dengan uji mekanik (Ayat 9 Publikasi IEC 811-1-1), benda uji harus tiga dari yang dikenakan penuaan dalam oven udara yang dispesifikasikan pada Sub ayat 813 dari Publikasi IEC 811-1-2, satu dari setiap contoh inti.

Sebagai alternatif, tiga benda uji lain yang disiapkan dari setiap inti sesuai Ayat 9 Publikasi IEC 811-1-1 dapat digunakan, jika ticjak dipersyaratkan untuk maksud lain dan jika ketebalannya sesuai dengan item c) Sub ayat 10.1.3 di bawah ini.

Selain itu, tiga contoh masing-masing kira-kira panjang 100 mm dari setiap inti atau isolasi

dari setiap inti yang diuji harus diambil, dan sebuah benda uji disiapkan dari masing-masing dengan cara yang sama seperti yang dispesifikasikan dalam Sub ayat 10.1.3 di bawah ini.

10.1.3 Persiapan benda uji

- a) Tiap pembungkus harus dilepas. Konduktor harus diambil dan lapisan semikonduktor pada isolasi (jika ada) harus diambil secara mekanik, tanpa menggunakan pelarut.
- b) Pengujian harus dilakukan pada :
 - 1) Benda uji dambel yang digambarkan pada gambar 1, bila dapat dilaksanakan.
 - 2) Benda uji dambel yang digambarkan pada gambar 2, bila dimensi inti terlalu kecil untuk memakai dambel gambar 1.
 - 3) Benda uji tabung, sebagai alternatif dambel untuk diameter dalam tidak melebihi 12,5 mm, disiapkan bila tidak ada semikonduktor yang melekat di dalam isolasi.
- c) Benda uji dambel disiapkan sebagaimana ditetapkan dalam item a) Sub ayat 9.1.3 Publikasi IEC 811-1-1, kecuali bahwa Benda uji harus memiliki dua permukaan yang sejajar pada seluruh panjangnya, ketebalannya, harus $(1,0 \pm 0,2)$ mm dan garis tanda tidak dipersyaratkan.

Benda uji tabung harus disiapkan dalam item b) sebagaimana ditentukan dalam Sub ayat 9.1.3 Publikasi IEC 811-1-1 tanpa persyaratan garis tanda. Luas permukaan total setiap benda uji (lihat item a) Sub ayat 10.1.4 harus tidak kurang dari 5 cm².

- d) Kabel senur fleksibel pipih ganda dilengkapi dengan alur pada kedua sisi diantara inti harus diuji tanpa pemisahan inti. Untuk perhitungan penguapan permukaannya, kabel senur ganda tersebut dianggap sebagai dua tabung yang terpisah.

10.1.4 Perhitungan luas penguapan A

Luas permukaan A dalam cm², harus ditetapkan sebelum pelaksanaan uji penyusutan massa dengan menggunakan rumus di bawah ini :

- a) Untuk benda uji tabung

Permukaan A = permukaan luar + permukaan dalam + permukaan yang terpasang

$$A = \frac{2\pi(D - \delta) \times (l + \delta)}{100} \text{ cm}^2$$

dimana :

- δ = tebal rata-rata benda uji, dalam milimeter dengan pecahan dua desimal jika $\delta \leq 4$ mm dan dengan 1 desimal di atas batas ini.
- D = diameter luar rata-rata benda uji, dalam milimeter dengan pecahan dua desimal bila $D \leq 2$ mm dan satu desimal di atas batas ini.
- l = panjang benda uji, dalam mili meter dengan pecahan satu desimal.

δ dan D keduanya diukur seperti ditentukan dalam metode uji dalam Ayat 8 Publikasi IEC 811-1-1 (Sub ayat 8.1 dan 8.3) pada potongan irisan tipis dari ujung setiap benda uji tabung.

Rumus tersebut juga dapat diterapkan pada benda uji tabung yang memiliki penampang seperti dalam gambar 3.

- b) Untuk ukuran benda uji dambel pada gambar 2 :

$$A = \frac{624 + (118 \delta)}{100} \text{ cm}^2$$

- c) Untuk ukuran benda uji dambel pada-gambar 1 :

$$A = \frac{1256 + (180 \delta)}{100} \text{ cm}^2$$

Dimana δ adalah tebal rata-rata keping, dalam milimeter, dengan pecahan dua desimal ditentukan seperti dalam item a) Sub ayat 9.1.4 Publikasi IEC 811-1-1.

10.1.5 Prosedur uji

- a) Benda uji yang dipersiapkan ditempatkan setidaknya 20 jam pada temperatur sekitar dalam sebuah pengawet pengering. Segera setelah dipindahkan dari pengering setiap benda uji ditimbang secara teliti, dalam miligram, pada pecahan satu desimal.
- b) Setelah itu ketiga benda uji harus dijaga di dalam oven (lihat Sub ayat 10.1.1) dalam tekanan atmosfer selama 7 x 24 jam pada $(80 \pm 2) ^\circ\text{C}$, kecuali ditentukan lain, dengan syarat-syarat sebagai berikut :
 - Komponen dari komponen yang nyata berbeda tidak boleh diuji dalam waktu yang sama pada oven yang sama;
 - Benda uji digantung secara vertikal di tengah oven sehingga benda uji setidaknya 20 mm dari bahan uji lainnya;
 - Tidak lebih dari 0,5 % dari volume oven dipakai oleh bahan uji.
- c) Setelah perlakuan panas ini, benda uji ditempatkan lagi selama 20 jam dalam sebuah pengering pada temperatur sekitar dan setiap benda uji harus ditimbang lagi secara teliti, dalam miligram, dengan satu desimal pecahan.

Perbedaan antara berat yang ditentukan dalam item a) dan c), untuk tiap benda uji, harus dihitung dan dibulatkan dalam miligram terdekat.

10.1.6 Pernyataan hasil

Penyusutan massa dari tiap benda uji harus ditentukan dengan membagi "perbedaan massa" nya (lihat item c Sub ayat 10.1.5), dalam mg, dengan luas permukaannya (lihat Sub ayat 10.1.4) dalam centimeter persegi (cm^2).

Nilai median dari hasil untuk ketiga contoh uji untuk masing-masing inti, dinyatakan dalam mg/cm^2 , harus diambil sebagai penyusutan massa inti.

10.2 Uji penyusutan massa dart selubung

10.2.1 Peralatan uji

(Lihat Sub ayat 10.1.1).

10.2.2 Pengambilan contoh uji

Ketiga contoh uji selubung harus diambil sesuai Sub ayat 10.1.2.

10.2.3 Persiapan benda uji

Semua elemen konstruksi yang tersusun di bawah (dan jika ada di atas) selubung harus dilepas, dijaga tidak merusak selubung dan benda uji disiapkan sesuai dengan Sub ayat 10.1.3.

10.2.4 Perhitungan luas penguapan A

Luas penguapan harus dihitung dengan rumus yang diberikan dalam Sub ayat 10.1.4 dengan modifikasi sebagai berikut :

Rumus yang diberikan untuk benda uji tabung dapat dipakai hanya untuk penampang yang ditunjukkan pada gambar 4 dan 5. Permukaan penguapan dalam dan luar selubung dari kawat senur pipih dan kabel harus dihitung dari dimensi penampang selubung. Dimensi ini harus ditentukan dalam milimeter sampai pecahan dua desimal.

Sisi bagian dalam dari selubung datar yang mempunyai permukaan gelombang (*wedge-shaped ridge*) dapat dianggap datar.

10.2.5 Prosedur uji

Sesuai dengan Sub ayat 10.1.5.

10.2.6 Pernyataan hasil uji

Sesuai dengan Sub ayat 10.1.6

11 Uji stabilitas panas untuk isolasi dan selubung

11.1 Persyaratan uji

- a) Tabung gelas yang salah satu ujungnya tertutup (misalnya dengan pelumeran), panjang 110 mm dengan diameter luar kira-kira 5 mm dan diameter dalam sebesar $(4,0 \pm 0,5)$ mm.

Tabung terbuat dari gelas-AR harus digunakan sesuai dengan :

ISO 719 : resistans hidrolitik, Kelas 3;

ISO 1776 : resistans asam, Kelas 1;

ISO 695 : resistans alkali, Kelas 2.

- b) Kertas uji pH dengan julat pH dari 1 sampai dengan 10.
- c) Aparat pemanas yang dikendalikan dengan cara termostatik untuk suatu temperatur yang ditentukan pada jenis kabel yang bersangkutan, atau apabila temperatur tidak ditentukan pada standar kabel, digunakan temperatur $(200 \pm 0,5)$ °C. Suatu tabung minyak (*oilbath*) lebih disukai dan harus digunakan untuk uji jenis dan bila ada keraguan.
- d) Termometer terkalibrasi dalam pembagian skala 0,1 °C. Tergantung kepada jenis

termometer, dan cara kalibrasi yang dilakukan dan pemakaiannya, suatu koreksi kolom air raksa mungkin diperlukan.

- e) *Stop-watch* atau pengukur waktu yang sesuai.

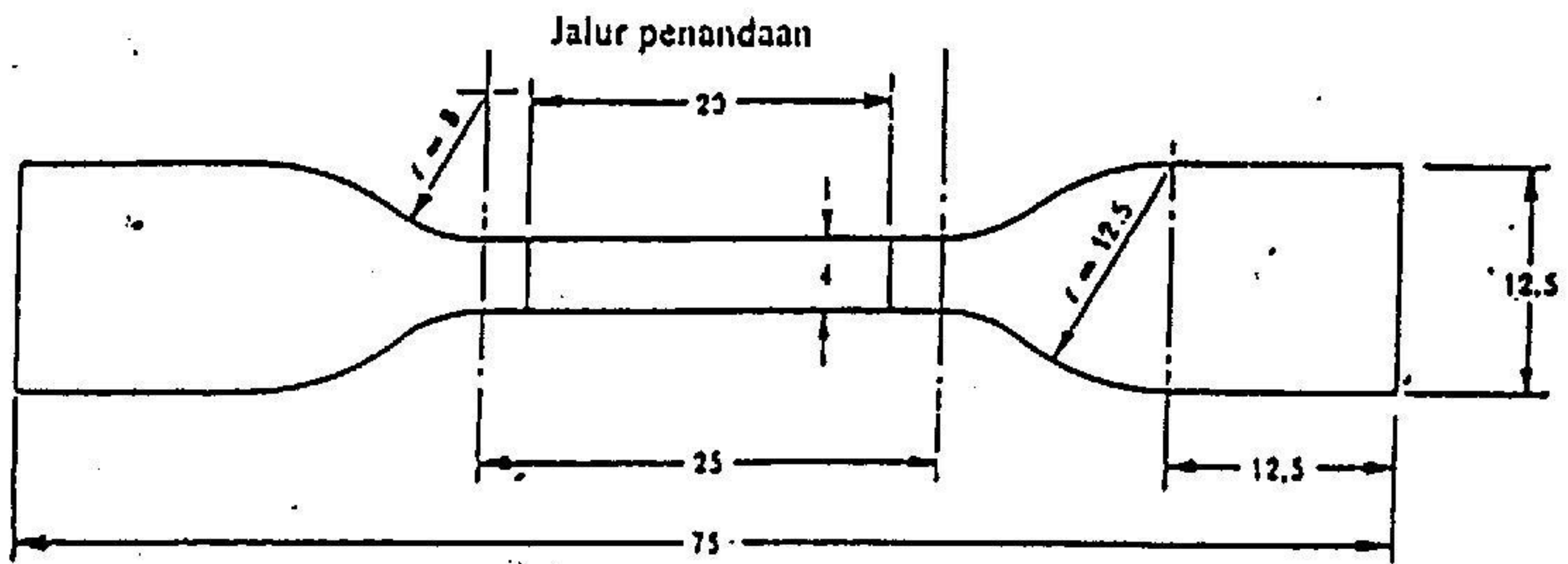
11.2 Prosedur uji

CATATAN Pemakaian suatu termometer yang cukup tepat dan memenuhi temperatur uji yang disyaratkan batas mutlak diperlukan untuk mendapatkan hasil uji yang dapat diandalkan dan untuk membatasi tersebarnya hasil uji.

- a) Dan isolasi tiap inti yang akan diuji atau dari selubung yang akan diuji, tiga contoh uji, masing-masing massanya $50 \text{ mg} \pm 5 \text{ mg}$ harus diambil. Setiap contoh uji terdiri dari dua atau tiga bilah kecil yang mempunyai panjang antara 20 mm dan 30 mm.
- Setiap contoh uji harus dimasukkan kedalam satu tabung gelas sesuai spesifikasi item a) dari Ayat 11.1. Contoh uji harus terletak tidak boleh lebih 30 mm dari bagian dasar tabung gelas.
- b) Selembar kertas uji pH yang kering, seperti ditentukan pada item b) dari Sub ayat 11.1, dengan panjang 15 mm dan lebar 3 mm, harus dimasukkan kedalam mulut tabung gelas yang terbuka (bagian atas) sehingga lembar kertas menonjol sekitar 5 mm di luar tabung dan dijaga sehingga tetap dalam posisinya.
- c) Tabung gelas harus ditempatkan kedalam aparat pemanas, seperti ditentukan pada item c) dari Sub ayat 11.1, yang telah mencapai temperatur uji yang ditentukan. Tabung gelas harus dimasukkan ke dalam aparat pemanas sampai kedalaman 60 mm.
- d) Waktu yang diperlukan oleh kertas uji pH berubah warna, dari nilai pH 5 sampai dengan pH 3 harus diukur, atau pengujian diteruskan untuk durasi yang ditentukan tanpa terjadinya perubahan warna. Titik perubahan warna harus dianggap telah dicapai, bila mulai terlihat warna merah dari karakteristik kertas dengan nilai pH 3. Kertas uji pH harus diganti (khususnya untuk stabilitas berdurasi lama) sebelum akhir waktu uji setiap 5 sampai dengan 10 menit, sehingga titik perubahan terlihat dengan baik.

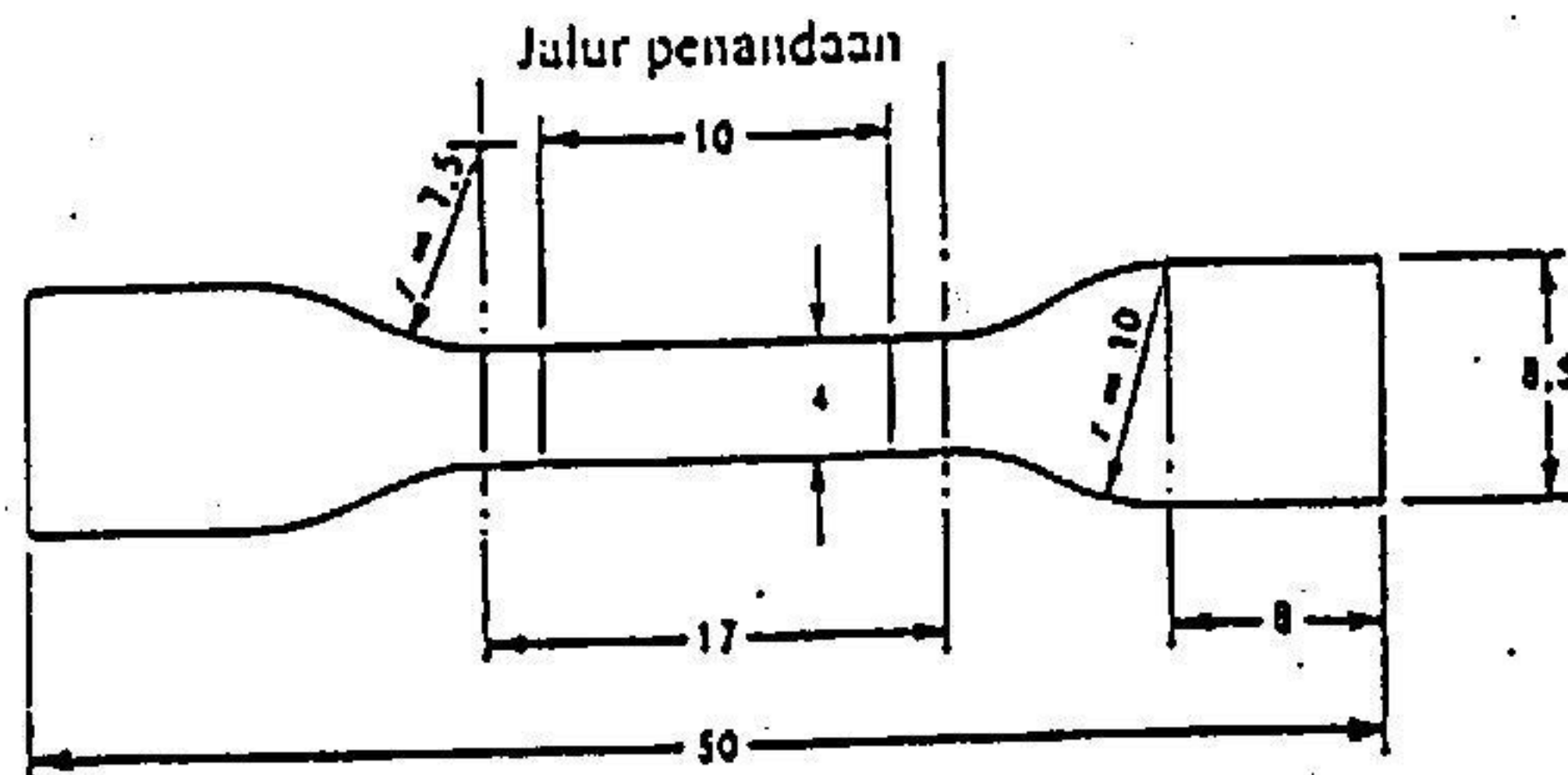
11.3 Evaluasi basil uji

Nilai rata-rata waktu stabilitas panas dari-ttga contoh uji tidak boleh kurang dari nilai yang ditentukan dalam standar untuk jenis kabel tersebut.



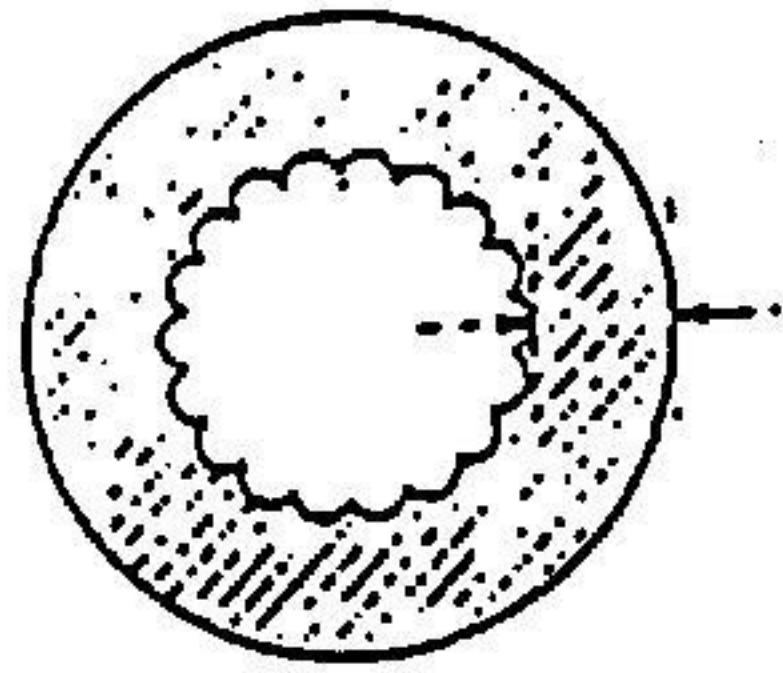
Ukuran dalam milimeter (mm)

Gambar 1 Benda uji dambel

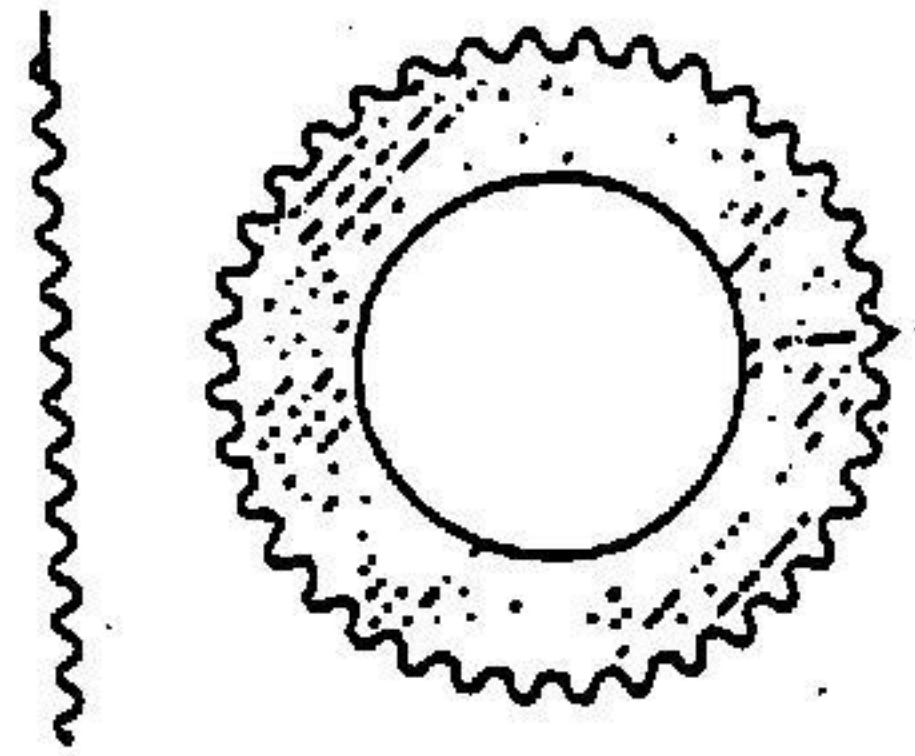


Ukuran dalam milimeter (mm)

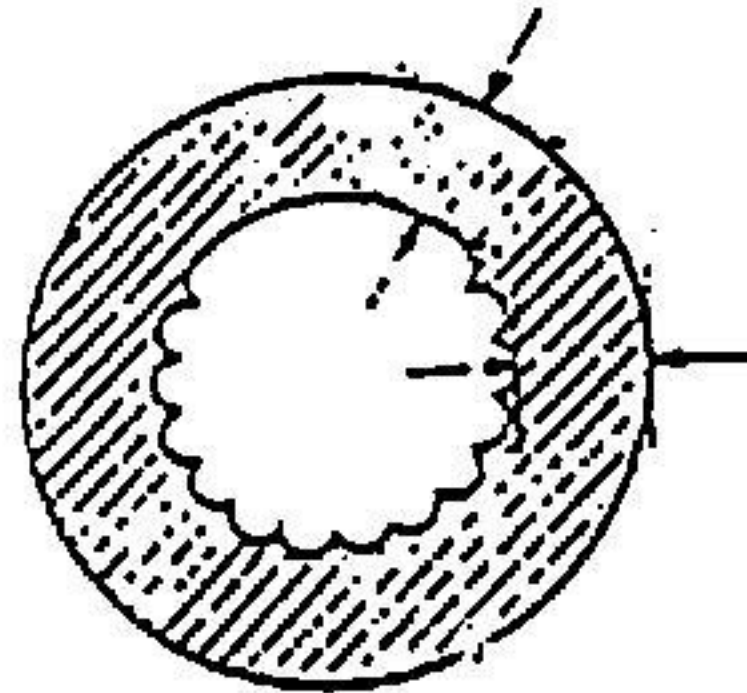
Gambar 2 Benda uji dambel kecil



Gambar 3



Gambar 4



Gambar 5

Lampiran A
(normatif)

Hubungan ayat dan sub ayat pada publikasi IEC 538, 540 dan 811

Tabel A1 Hubungan ayat dan sub ayat pada publikasi IEC 538 dan IEC 811

Judul ayat pada publikasi IEC 538 *	538		811	
	Ayat atau sub ayat	Bagian	Seksi	Ayat atau sub ayat
Umum	1	Semua	Semua	1 sampai dengan 7
Sifat mekanik dari isolasi	2	1	1	9.1
Sifat mekanik dari selubung	3	1	1	9.2
Indeks titik leleh (MFI)	4	4	1	10
Massa jenis	5	1	3	8
Uji penuaan isolasi dan selubung	6.1	1	2	8
Uji pengerutan untuk isolasi	6.2	1	3	10
Uji tekuk pada temperatur rendah	6.3.1	1	4	8.1
Isolasi	6.3.2	1	4	8.2
Selubung				
Kandungan karbon dan atau pengisi mineral	7	4	1	11
Pengukuran tebal dan diameter	Lampiran A	1	1	8
Indeks alir leleh	Lampiran B	4	1	10

Judul ayat pada publikasi 538A**	538A		811	
	Ayat atau sub ayat	Bagian	Seksi	Ayat atau sub ayat
Uji lilitan setelah penuaan termal diudara	1	4	1	9
Ketahanan pada retakan karena stress lingkungan	2	4	1	8

Keterangan : * Publikasi IEC 538A : Electric cables, Wires and cords: methods of test for polyethylene Insulation and sheath.

** First supplement to publication 538 (1976) – Additional methods of test for Polyethylene insulation and sheath of electric cables, wire and cords used in telecommunication equipment and in devices employing similar techniques.

Tabel A2 Hubungan ayat dalam publikasi IEC 540 dan 811

Judul ayat pada publikasi IEC 540*	540	811		
	Ayat	Bagian	Seksi	Ayat
Uji peluahan parsial	3	-	-	-
Pengukuran tebal dan diameter**	4	1	1	8
Pengujian untuk menentukan sifat mekanik dari kompon selubung	5	1	1	9
Metode penuaan termal	6	1	2	8
Uji penyusutan massa untuk isolasi dan selubung PVC	7	3	2	8
Uji tekanan pada temperatur tinggi untuk isolasi dan selubung PVC	8	3	1	8
Uji pada temperatur rendah untuk isolasi PVC dan selubung	9	1	4	8
Uji ketahanan isolasi dan selubung PVC terhadap retakan	10	3	1	9
Metode menentukan massa jenis kompon elastomer dan kompon termoplastik	11	1	3	8
Pengukuran indeks titik leleh dari polietilen termoplastik	12	4	1	9
Uji resistens ozon	13	2	1	8
Uji set panas	14	2	1	9
Uji perendaman minyak mineral untuk selubung elastomer	15	2	1	10
Uji listrik untuk kabel, senur dan kawat untuk tegangan sampai dengan 450/750 V	16	-	-	-
Stabilitas termal dari isolasi dan selubung PVC	17	3	2	9
Kandungan karbon dan/atau pengisi mineral pada PE	18	4	1	10
Uji penyerapan air	19	1	3	9
Uji pengerutan	20	1	3	10

Keterangan : * Publikasi IEC 540: *Test method for insulation and sheath of electrical cables and cords (Elastomeric and thermoplastic compound)*

** Secara teknik tidak identik





BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id